

## **Motoren und Getriebe bei Traktoren**

Marcus Geimer, Teilinstitut Mobile Arbeitsmaschinen, Karlsruher Institut für Technologie  
Karl Theodor Renius, Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik, Technische Universität München  
Roger Stirnimann, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen

### **Kurzfassung**

Für die EU Abgasstufe V werden Dieselpartikelfilter und SCR-Systeme benötigt, eine Abgasrückführung wird jedoch nicht einheitlich benutzt. Für die Abgasnachbehandlung geht der Trend zu kompakteren Bauformen. Getriebepläne werden vorgestellt für das neue 8-fach Lastschaltgetriebe von CNH, für das Command8-Getriebe von John Deere und für den stufenlosen Antrieb des neuen 900Vario MT von Fendt mit Bandlaufwerk.

Erweiterte elektrische Netze mit mehreren Spannungsebenen stehen im Fokus der Entwicklung, z. B. genutzt für Aggregate, Geräte oder geregelte Allradantriebe. Ein erster, rein batteriegetriebener Traktor (50 kW) wurde von Fendt für 2018 angekündigt. Verbesserte Simulationen und Feldmessungen unterstützen Auslegungen und ggf. Präventivmaßnahmen.

### **Schlüsselwörter**

Dieselmotor, Emissionen, Effizienz, Lastschaltung, CVT, elektrische Fährantriebe

## **Tractor Engines and Transmission**

Marcus Geimer, Mobile Machines, Karlsruhe Institute of Technology  
Karl Theodor Renius, Chair of Automotive Technology, Technical University of Munich  
Roger Stirnimann, School of Agricultural, Forest and Food Sciences, Zollikofen

### **Abstract**

EU Emission stage V requires diesel particulate filters and SCR systems, but exhaust gas recirculations are not used consistently. More compact exhaust after treatment designs are expected. Transmission systems are presented for CNH's new 8-speed powershift transmission, John Deere's Command8 and for the transaxle of the new Fendt full track model 900Vario MT.

New additional electrical grids are in focus of developments to power, for example, aggregates, implements or infinitely variable four-wheel drive systems. A first purely battery-driven 50 kW standard tractor was announced by Fendt for 2018. Improved simulation methods and remote field measurements support dimensioning and preventative actions if necessary.

### **Keywords**

Tractor, Diesel engine, emissions, transmission, power shift, CVT, electric drives

## Übersichten Antriebsstrang und Zapfwelle

ZF stellte in [1] Lösungen zur Verwendung elektrischer Komponenten in Traktor-Antriebssträngen vor, u. a. für geregelte Allradantriebe (s. u. bei Hybridantriebe). Traktoren arbeiten möglicherweise zukünftig mit vier elektrischen Spannungsebenen: DC-Hochvoltsysteme (Konverter auf dem Gerät), AC-Dreiphasen-Hochvoltsysteme (Frequenzsteuerung auf dem Traktor) [2], 48 V-DC-Systeme (siehe Kap. 3.1, Fendt) und das klassische 12 V-Bordnetz. Ähnlich wie im Automobilbau sind bei 48 V Leistungen bis um 10 kW möglich, interessant für Geräteantriebe, Aggregate oder Überlagerungsgetriebe [1].

Zukünftige Anforderungen an die Traktor-Zapfwelle werden in [3] behandelt. Sinnvolle Weiterentwicklungen sehen die Autoren vor allem in Richtung Synchronisierung und Lastschaltung. Stufenlosigkeit wird erschwert durch zusätzlichen Platzbedarf, höhere Verluste und offenbar derzeit kaum wirtschaftliche Vorteile.

Zur Modellierung von Antriebssträngen mit verstellbaren Einzelradantrieben werden in [4] Potenziale und weiterentwickelte Modellierungsmethoden präsentiert.

Traktorgeräusche entstehen vor allem durch den Antriebsstrang. Dass man sie auch für eine Qualitätssicherung in der Produktion nutzen kann, wird in [5] gezeigt.

## Dieselmotoren

Ab Januar 2019 tritt die neue Abgasgesetzgebung Stufe V in Kraft. Im Vergleich zu Stufe IV werden erstmalig auch Motoren unter 19 kW und über 560 kW reglementiert. Zudem wird die Anzahl der Partikel begrenzt [6]. Die Hersteller von Verbrennungsmotoren haben sich zwischenzeitlich auf die neue Stufe V eingestellt, **Tabelle 1**. Sie setzen durchgehend Dieseloxydationskatalysatoren (DOC), Dieselpartikelfilter (DPF) und SCR-Systeme (Selective Catalytic Reduction) ein. Ein Ammoniak-Oxydationskatalysator (AOC) wird zur Reduktion des Ammoniakschlupfes dem SCR nachgeschaltet. Einige Hersteller verzichten auf Abgasrückführung (AGR).

**Tabelle 1:** Abgasnachbehandlungssysteme für Stufe V verschiedener Hersteller

**Table 1:** Exhaust aftertreatment systems for stage V from different manufacturers

Hersteller	Motor	AGR	DOC	DPF	SCR	AOC	Quelle
Cummins	97 - 382 kW	-	x	x	x	x	[7]
Cummins	336 - 503 kW	x	x	x	x	x	[8]
Deutz	55 - 291 kW	x	x	x	x	x	[9]
John Deere	63 - 448 kW	x	x	x	x	x	[10]
Liebherr	130 - 620 kW	-	x	x	x	x	[11]
MAN	110 - 816 kW	x	x	x	x	x	[12; 13]
MTU	100 - 480 kW	x	x	x	x	x	[14]
Perkins	82 - 225 kW	x	x	x	x	x	[15]

Aktiv von den Motorherstellern beworben werden kompakte Systeme: Cummins bietet das gesamte Nachbehandlungssystem, DOC, DPF und SCR/AOC, in einem einzigen Modul an [7], Liebherr und FPT Industrial nutzen als Partikelfilter ein SCR-beschichtetes System [11; 16] und MAN zeigt ein hochintegriertes Abgasnachbehandlungssystem in [17].

SCR-beschichtete Partikelfilter (SCRoF) werden heute von den Herstellern nur für den Non-road-Bereich angeboten. Die Gründe liegen in den beengten Platzverhältnissen auf den Maschinen. Eine besondere Herausforderung liegt bei den Systemen in der NO<sub>2</sub>-Konkurrenz zwischen DPF und SCR. NO<sub>2</sub> ist einerseits für die DPF-Regeneration notwendig, andererseits wird es für eine hohe NO<sub>x</sub>-Umwandlungsrate im SCR-System benötigt. Dem SCR-beschichteten Partikelfilter wird deshalb ein kleiner SCR-Katalysator nachgeschaltet [18]. Insbesondere bei einem Verzicht auf AGR sind hohe NO<sub>x</sub>-Umwandlungsraten in der Abgasnachbehandlung von Bedeutung.

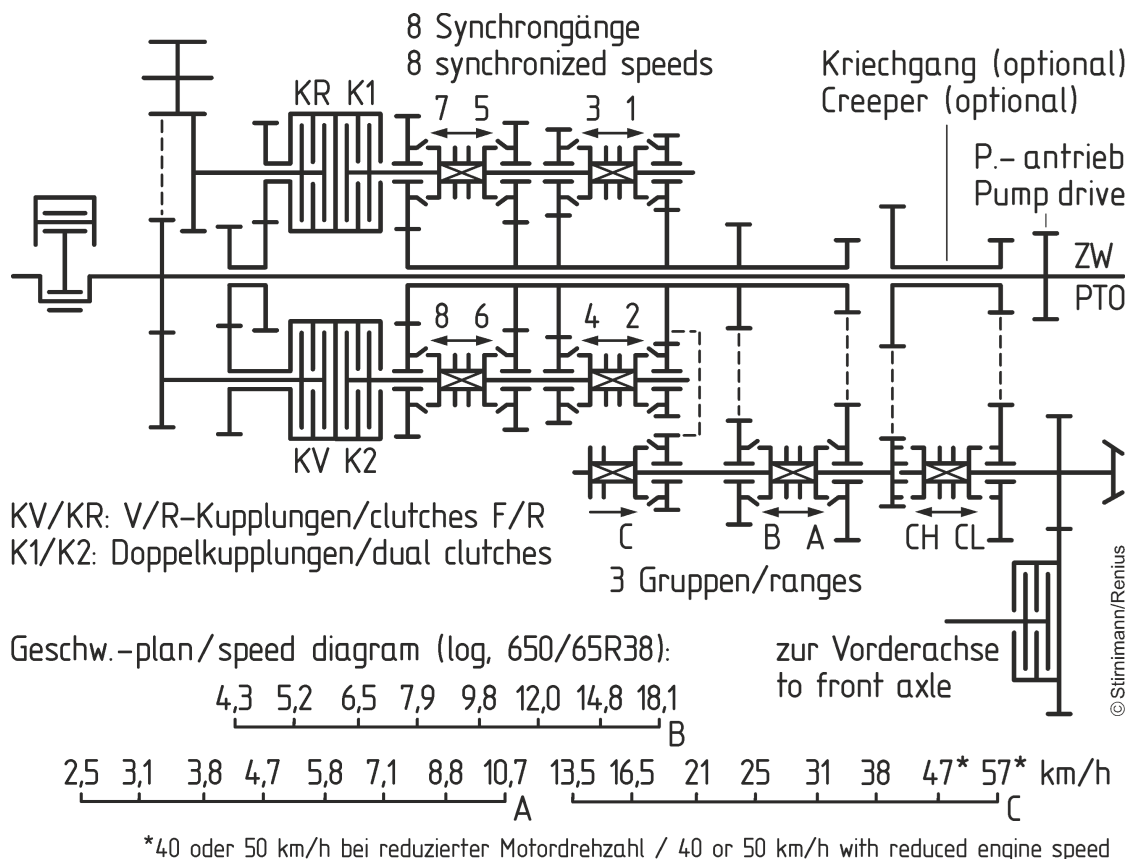
Deutz hat für 2019 neue Motoren im Bereich von 300 kW bis 620 kW (9 l bis 18 l Hubraum) angekündigt, die von Liebherr gebaut werden [19]. Auf der Agritechnica wurden von MAN neue 9-Liter-Motoren [20] und von Cummins 6,7-Liter-Motoren [21] vorgestellt. Letztgenannte sind jetzt ab Werk für Blockbauweise geeignet.

Verbrennungsmotoren mit Erdgas besitzen das Potential, nachhaltig und CO<sub>2</sub>-frei Landmaschinen anzutreiben, wenn regenerativ gewonnenes Methan (Bio-Methan) verwendet wird [22]. So hat New Holland eine neue Version seines Methan-Traktors gezeigt [23] und von Deutz wurden neue Gasmotoren vorgestellt [24]. Dual-Fuel Konzepte, bei denen Erdgas und Diesel verwendet wird, wurden auf der Tagung Land.Technik [25] und in [26] vorgestellt. Im Bereich der Lkw sind Gasmotoren heute bereits im Einsatz. Auch wenn diese mit Bio-Methan betrieben werden können und auch so beworben werden, standen zunächst wirtschaftliche Gründe und der Einsatz von Erdgas im Fokus der Entwicklung. Mögliche Konzepte für den Betrieb von Gasmotoren, wie z.B. innere und äußere Gemischbildung oder Dual-Fuel Konzepte, sind in [26] zu finden. In Ergänzung zum letztjährigen Jahrbuchbeitrag wurden in [27] die effektiven Mitteldrücke weiterer Motoren vorgestellt.

### **Gestufte Fahrantriebe**

Getriebe mit mehr als 4 bis 6 Lastschaltstufen gewinnen in der 4-Zylinder-Traktormittelklasse bei Grenzleistungen bis um 130 kW weiter an Bedeutung. Dazu zwei Beispiele.

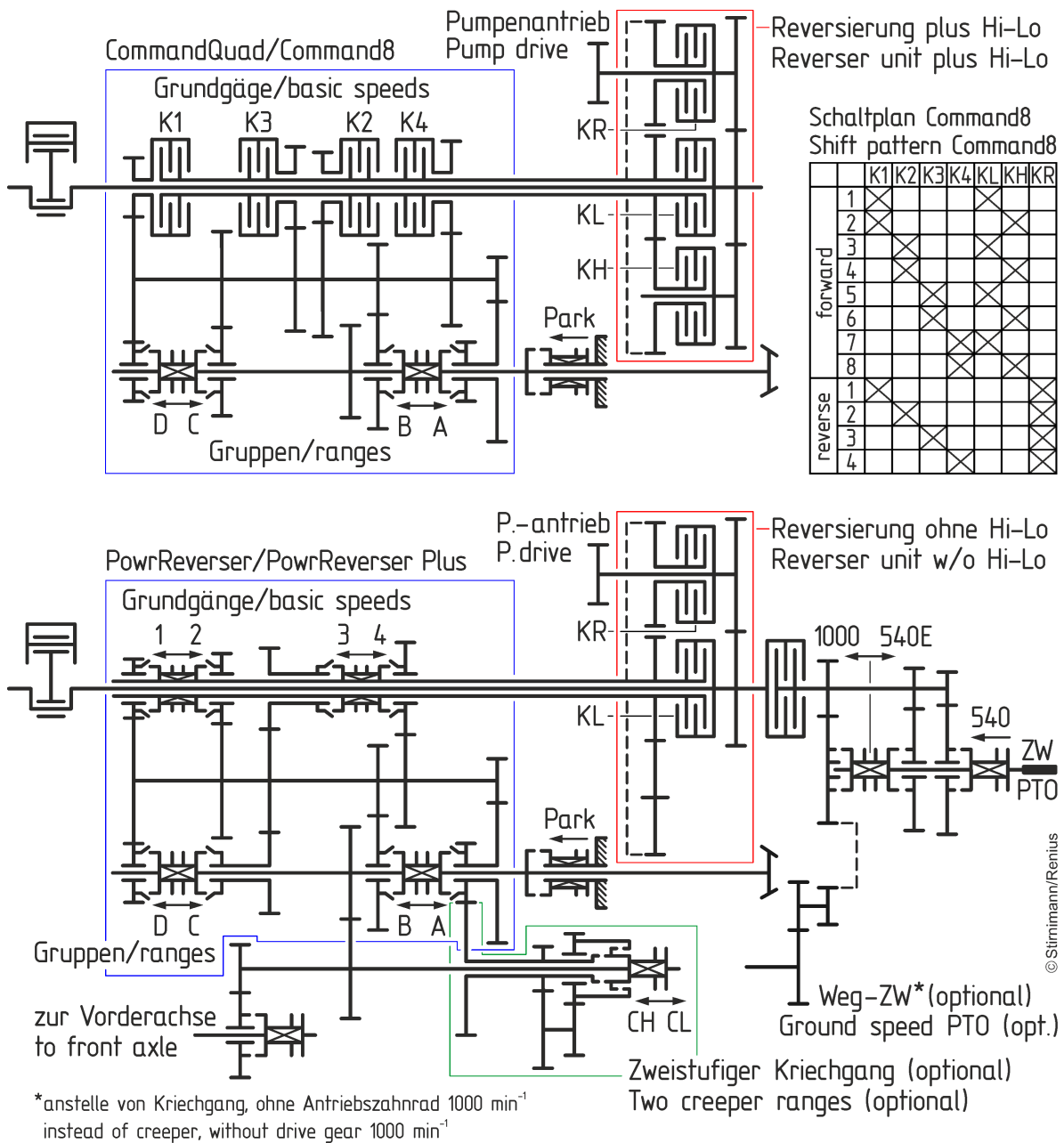
CNH präsentierte 2017 ein komplett neu entwickeltes 8-fach-Lastschaltgetriebe mit Doppelkupplungstechnik für die 4-Zylinder-Baureihen Case IH Maxxum, New Holland T6 und Steyr Profi (markenspezifische Getriebebezeichnungen: ActiveCommand 8, DynamicCommand und S-Control 8), **Bild 1**. Die Synchronschaltstellen 1 bis 8 werden elektro-hydraulisch vorgewählt und über das Kupplungspaar K1/K2 wechselweise kraftschlüssig geschaltet. Das Reversiergetriebe mit den Lamellenkupplungen KV und KR befindet sich im vorderen Bereich und ist ähnlich aufgebaut wie dasjenige im CVT-Getriebe für die Großtraktoren-Baureihen Case IH Magnum und New Holland T8. Mit drei synchronisierten Gruppen ergeben sich insgesamt 24 Vorwärts- und Rückwärtsgänge (ohne Kriechgang), die Stufensprünge liegen im Bereich von 1,22 bis 1,24. Gebaut wird das Getriebe in Modena/Italien.



**Bild 1:** Neues 8-fach-Lastschaltgetriebe mit Doppelkupplungstechnik von CNH für die Baureihen Case IH Maxxum, New Holland T6 und Steyr Profi (max. 107-129 kW mit Boost, ECE-R120).

**Figure 1:** New 8 speed power shift transmission with dual clutch technology from CNH for the Case IH Maxxum, New Holland T6 and Steyr Profi series (max. power with boost 107 to 129 kW, ECE-R120)

Von John Deere gab es genauere Informationen zu dem bereits im Jahrbuch 2016 erwähnten 8-fach-Lastschaltgetriebe Command8 für die Baureihe 5R. Es baut auf dem sehr umfangreichen 5M-Getriebebaukasten auf, der in Europa die Versionen SyncReverser 16/16, PowrReverser 16/16 und PowrReverser Plus 32/16 umfasst. In **Bild 2** unten dargestellt ist die 5M-Version PowerReverser 16/16 mit jeweils vier synchronisierten Gruppen und Gängen sowie lastschaltbarer Reversierung. Aus der Kombination mit der oben dargestellten Hi-Lo-Reversierung resultiert die Version PowrReverser Plus 32/16. Für die Baureihe 5R wurde das PowrReverser-Grundmodul modifiziert und mit vier Lamellenkupplungen erweitert (Bild 2 oben). Kombiniert mit der Standard-Reversierung ergibt sich das CommandQuad 16/16 (4 Lastschaltstufen), mit der Hi-Lo-Reversierung die Top-Version Command8 32/16 (8 Lastschaltstufen). Alle Getriebeversionen können wahlweise mit einem zweistufigen Kriechganggetriebe ausgestattet werden. Es stehen zudem mehrere Zapfwellenvarianten zur Verfügung (540/1000, 540/540E, 540/540E/1000). Anstelle des optionalen Kriechganges ist auch eine Wegzapfwelle mit Antrieb über die Allradnebenwelle möglich. Das 1000er-Antriebszahnrad der Motorzapfwelle fällt in diesem Fall weg (Wegzapfwelle/540E/540). Im Gegensatz zum CommandQuad 16/16 basierte das 4-fach-Lastschaltgetriebe in der früheren 5R-Baureihe (Abgasstufe IIIA) auf dem PowrQuad-Getriebe aus dem 6000er-Baukasten.



**Bild 2:** Getriebebaukasten für die Baureihen John Deere 5M und 5R: Unten ist das Komplettgetriebe PowrReverser 16/16 dargestellt, oben sind die entsprechenden Module für die Version Command8 (32/16) zu sehen.

**Figure 2:** Modular transmission system for John Deere 5M and 5R series: The complete transmission version PowrReverser 16/16 is shown at the bottom, the corresponding modules for the version Command8 (32/16) are shown at the top.

### Hydrostatisch-stufenlose Fahrtriebe

AGCO-Fendt hat für die neue Raupenbaureihe 900Vario MT (Nachfolger für Challenger MT 700E) eine eigene Transaxle entwickelt, **Bild 3**. Der linke Teil ist weitgehend identisch mit dem der 1000er Baureihe, mit auch nur einem Fahrbereich und abschaltbarem Hydromotor M2 (K) bei hohen Fahrgeschwindigkeiten (bis 40 km/h). Die Hinterachse arbeitet mit Diffe-



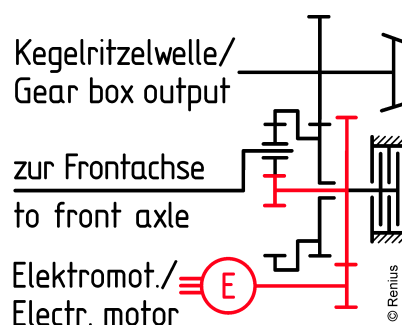
len Lastprofilen Rechnung getragen, die insbesondere bei der Raupenversion Quadtrac auftreten können. Das Stufenlosgetriebe steht unter der Bezeichnung AutoCommand auch für die Schwestermodelle T9 von New Holland zur Verfügung.

### Stufenlose sonstige und hybride Systeme

Zur Entwicklung kleiner stufenloser Traktorgetriebe wird in [31] eine Studie vorgelegt, in der man die technischen Möglichkeiten mehrerer mechanischer Lösungen untersucht. Diese sind nicht kostengünstiger (eher etwas teurer), können ohne Sondermaßnahmen „Abtriebsdrehzahl null“ nicht darstellen, haben aber bei optimierter Verstellenergie sehr hohe Wirkungsgrade und einen geringen Geräuschpegel.

Sauer Bibus bietet mit dem Compact Drive hydrostatische Fahrtriebe mit Großwinkel-Hydromotoren in Schrägachsenbauweise an. Die beiden Baugrößen mit maximalen Schluckvolumina von 233 cm<sup>3</sup> und 300 cm<sup>3</sup> können neu mit einem schnellschaltenden 2-Gang-Getriebe kombiniert werden (Compact Drive Automatic Shift). Der Fahrbereichswechsel kann während der Fahrt erfolgen, es kommt dabei aber zu einer kurzen Zugkraftunterbrechung. Die 233er-Einheit ist u.a. für den Einbau im neuen Top-Modell SKH 150 des Schweizer Spezialtraktorenherstellers RigiTrac vorgesehen.

Geregelte Allradantriebe bleiben ein Thema, auch gerade als hybride Systeme mit elektrischen Komponenten. So stellte ZF auf der Agrartechnik 2017 eine Lösung (als Prototyp) vor, die wie ein aktives Längsdifferenzial arbeitet [32] und z. B. im Bauraum herkömmlicher Allrad-Lamellenkupplungen integriert werden könnte, **Bild 4**. Der in der Drehzahl stufenlos verstellbare, bewusst sehr schlank gehaltene Elektromotor treibt über eine Untersetzung das Sonnenrad eines einfachen Planetengetriebes an, wodurch sich die Drehmomentverteilung auf die Achsen feinfühlig steuern oder regeln lässt. Als maximale Einspeiseleistung werden für enge Kurven kurzzeitig 27 % der Frontachse-Leistung genannt [32]. Möchte man für Geradeausfahrt auf dem Acker eine feste Einstellung haben (was meistens sinnvoll ist), kann man über die Lamellenbremse das Sonnenrad festlegen und den Elektromotor abschalten.



**Bild 4:** ZF-Vorschlag für einen stufenlos geregelten Allradantrieb, Struktur gezeichnet nach einem ZF Prototypbild [32]

**Figure 4:** ZF-proposal of an infinitely variable front drive, drawing after a ZF prototype picture [32]

Hybridantriebe ähnlich denen des Automobilbaus sind bei Traktoren weiterhin kaum anzutreffen. Ein Hybridantrieb besteht nach SAE aus zwei oder mehr Energiespeichern mit ihren

dazugehörigen Energiewandlern, die wahlweise gemeinsam oder jeweils getrennt das Fahrzeug antreiben.

Einzug halten dagegen voll- und teilelektrische Konzepte. So stehen batterieelektrische Traktoren weiter im Fokus der Forschung. In [33] wurde ein batterieelektrisches Modell mit 50 kW Elektromotor und 100 kWh Batteriekapazität von Fendt vorgestellt. Ein rein elektrischer Frontantrieb wurde als Alternative zu dem in Bild 4 dargestellten System in [34] gezeigt.

Möglichkeiten einer Drehzahlüberlagerung durch ein leistungsverzweigtes Getriebe bei Traktor-Vorderachsantrieben wurden parallel zu denen von [32] auch in [34] behandelt.

### **Entwicklungswerkzeuge und konstruktive Grundlagen**

Ein neuer Testzyklus, bestehend aus zehn Einzelzyklen, zur Beurteilung der Vibration auf Personen wird in [35] beschrieben. Neu ist dabei die Berücksichtigung von Anbaugeräten in Form einer experimentellen Simulierung durch variierten Ballast.

Analog zu HiL- und SiL-Prüfmethoden wird in [36] die Methode MOBIL zur realitätsnahen Prüfung von mobilen Arbeitsmaschinen vorgestellt. Komponenten, Teilsysteme oder ganze Maschinen können unter realitätsnahen Randbedingungen so geprüft werden.

Eine Methode zur Bewertung des "Gesundheitszustands" von Komponenten auf Basis des Vergleichs von Einsatzmessungen mit bekannten Auslegungs-Lastkollektiven wird in [37] vorgeschlagen. Damit könnte man den "Verbrauch von Lebensdauer" beobachten und ggf. präventiv eingreifen. Ähnlich wird am Beispiel einer Baumaschine in [38] gezeigt, wie man auf Basis der Sammlung realer Messdaten die Auslegung einer Maschine prüfen bzw. die Wartung besser planen kann.

### **Zusammenfassung**

Verbrennungsmotoren mit der EU Abgasstufe V werden von allen Herstellern angekündigt, alle mit SCR und Partikelfilter, aber nicht durchgehend mit Abgasrückführung.

CNH hat ein neu entwickeltes 8-fach Lastschaltgetriebe mit Doppelkupplungstechnik präsentiert (Getriebeplan). Der umfangreiche Getriebebaukasten von John Deere für die Traktoren 5M und 5R mit 8-fach-Lastschaltgetriebe Command8 wird besprochen (Getriebeplan).

Fendt hat für die neue Raupenbaureihe 900Vario MT eine eigene Transaxle mit Lenkgetriebe entwickelt (Getriebeplan). Das Stufenlosgetriebe EQ200 von Claas wurde in der Version EQ220 für den Arion 660 weiterentwickelt und Case-IH stellte ein leistungsverzweigtes Stufenlosgetriebe (von ZF) für die knickgelenkten Steiger- und Quadtrac-Modelle vor.

Bei Standardtraktoren erwartet man erweiterte elektrische Netze mit mehreren Spannungsebenen. 48V reicht teilweise für Aggregate, Geräte oder geregelte Allradantriebe aus. Ein erster, rein batteriegetriebener Traktor (50 kW) wurde serienreif von Fendt vorgestellt. Verbesserte Simulationen und Methoden der Datenerfassung unterstützen weitere Optimierungen des Antriebsstrangs und ggf. präventive Maßnahmen im praktischen Betrieb.



## **Literatur**

- [1] Stempfer, G. et al: Elektrifizierung in der Landtechnik. Technologien und Synergien. ATZoffhighway 10 (2017) H. 4, S.66-69.
- [2] Dietel, H.: High Voltage OnBoard Networks. The AEF Power Interface is ready to become an ISO standard. In: VDI-Berichte 2300, S. 93-98. Düsseldorf: VDI Verlag 2017.
- [3] Birkmann, C.; Wieckhorst, J. und Frerichs, L.: Zapfwellenantriebskonzepte für Standardtraktoren - Historie-Gegenwart-Zukunft. ATZoffhighway 10 (2017) H. 4, S. 78-85.
- [4] Engelmann, D.; Unger, M.R. und Geimer, M.: Testing and Benchmarking a Powertrain with Independent Wheel Control for Heavy Machinery. In: VDI-Berichte 2300, S. 303-313. Düsseldorf: VDI Verlag 2017.
- [5] Lindner, M.: Grundlagen für eine Fahrzeug-Funktionsdiagnose mithilfe akustischer Verfahren am Beispiel Traktor (German-English). Landtechnik 71 (2016) H. 6, S. 224-234.
- [6] (EU) 2016/1628 of the European Parliament and the Council of 14 September 2016 on the requirements to gaseous and particulate pollutant emission limits and type-approval for internal combustion engines for non-road mobile machinery, amending Regulations (EU) No 1024/2012 and (EU) No 167/2013, and amending and repealing Dir. 97/68/EC.
- [7] Cummins stage V engines delivering more with less at Agritechnica, URL – <https://cumminsengines.com/cummins-stage-v-engines-delivering-more-with->, Stand 12.01.2018.
- [8] X15 (Stage V) for 2019, URL – <https://cumminsengines.com/showcase-item.aspx?id=351&title=X15+%28Stage+V%29&#overview>, Stand 21.12.2017.
- [9] DEUTZ Emission Management, URL – <https://www.deutz.com/service/emission-management/>, Stand 21.12.2017.
- [10] Stufe V bereite John Deere Motoren, Pressemitteilung der Fa. John Deere, URL – <https://www.deere.de/de/motoren-und-antriebstechnik/stage-v/>, Stand 05.12.2017.
- [11] Dieselmotoren von Liebherr, Broschüre der Fa. Liebherr, Glassonprint BK BU-VM-DM-PLB1-0.15-11.17\_de.
- [12] MAN-Motoren für Baumaschinen der EU Abgasstufe V, URL – <https://www.engines.man.eu/global/de/off-road/bau-land-und-sondermaschinen/imfokus/Stage-V.html>, Stand 21.12.2017.
- [13] Produktprogramm: MAN Motoren für Land- und Baumaschinen, URL – <https://www.engines.man.eu/global/de/off-road/bau-land-und-sondermaschinen/produktprogramm/Produktprogramm.html>, Stand 21.12.2017.
- [14] Rolls Royce liefert MTU-Motoren für Claas, top agrar ONLINE, URL – <https://www.topagrar.com/news/Technik-Techniknews-Rolls-Royce-liefert-MTU-Motoren-fuer-Claas-7163638.html> vom 23.01.2017.
- [15] EU Stage V standards, URL – [https://www.perkins.com/en\\_GB/products/emissions\\_technology/emissions/stage-v-standards/stage-v-ontrack.html](https://www.perkins.com/en_GB/products/emissions_technology/emissions/stage-v-standards/stage-v-ontrack.html), Stand 21.12.2017.

- [16] The Stage V Challenge, Broschüre der Fiat Power Train Industrial S.p.A, URL – [http://www.fptindustrial.com/global/en/Documents/Leaflet\\_Stage\\_V\\_ENG\\_03-2016\\_web.pdf](http://www.fptindustrial.com/global/en/Documents/Leaflet_Stage_V_ENG_03-2016_web.pdf), Stand 31.03.2016.
- [17] Schraml, S. et al.: Hochintegrierte Abgasnachbehandlungssysteme in Heavy-Duty-Applikationen, ATZoffhighway 10 (2017) H. 4, S. 38-42.
- [18] Katsaounis, E. et al.: The Challenges of an after treatment system for Stage V with SCR-F, 4. Internationaler Motorenkongress, Baden-Baden, 21. und 22. Februar 2017.
- [19] Liebherr und Deutz unterzeichnen Kooperationsvertrag für den Vertrieb und Service von Dieselmotoren, Pressemitteilung der Fa. Liebherr vom 30.08.2017, Internet: URL – <https://www.liebherr.com/de/che/aktuelles/news-pressemitteilungen/detail/liebherr-und-deutz-unterzeichnen-kooperationsvertrag-f%C3%BCr-vertrieb-und-service-von-dieselmotoren.html>.
- [20] Agritechnica: MAN Engines präsentiert Weltneuheit für Landmaschinen und Kraft-Wärme\_Kopplung, 04.08.2017, URL – [https://www.engines.man.eu/global/de/ueber-man-engines/news/Agritechnica\\_-MAN-Engines-praesentiert-Weltneuheiten-fuer-Landmaschinen-und-Kraft-Waerme-Kopplung-297155.html](https://www.engines.man.eu/global/de/ueber-man-engines/news/Agritechnica_-MAN-Engines-praesentiert-Weltneuheiten-fuer-Landmaschinen-und-Kraft-Waerme-Kopplung-297155.html).
- [21] Cummins stellt neuen tragenden B6.7-Motor auf der Agritechnica vor, URL – <https://cumminseurope.com/node/352>, Stand 21.12.2017.
- [22] Ays, I., Engelmann, D. und Geimer, M.: Flüssiges Methan als alternativer Energieträger für mobile Arbeitsmaschinen, 6. Fachtagung Hybride und energieeffiziente Antriebe für mobile Arbeitsmaschinen, Karlsruhe, 15.02.2017. In: Karlsruher Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik, Bd. 50, S. 125-143. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing 2017
- [23] Methan-Traktor. Zukunftsvision von New Holland, profi online, Mitteilung vom 30.08.2017, URL – <https://www.profi.de/news/Methan-Traktor-Zukunftsvisionen-von-New-Holland-8454507.html>.
- [24] DEUTZ Erdgasmotor für Traktoren auf den ersten bundesweiten Öko-Feldtagen, Pressemitteilung vom 22.06.2017, URL – <https://www.deutz.com/media/pressemitteilungen/deutz-erdgasmotor-fuer-traktoren-auf-den-ersten-bundesweiten-oeko-feldtagen/>.
- [25] Hannukainen, P. und Aman, R.: Biomethane as tractor fuel - Opportunities for customer, manufacturer or climate, LAND.TECHNIK-AgEng Hannover 10./11.11.2017. In: VDI-Berichte 2300, S. 355-365. Düsseldorf, VDI-Verlag 2017.
- [26] Weberbeck, L. et al.: Verflüssigtes Erdgas in mobile Arbeitsmaschinen. ATZoffhighway 9 (2016) H. 4, S. 40-46.
- [27] Stirnimann, R. und Engelmann, D.: Entwicklung bei Traktormotoren in den letzten 20 Jahren. ATZoffhighway 10 (2017) H. 4, S. 70-77.
- [28] Matthies, H.J. und Renius, K.Th.: Einführung in die Ölhydraulik, 8. Auflage, S. 258. Wiesbaden: Springer-Vieweg 2014.
- [29] Mariutti, H.: Lastkollektive für die Fahrtriebe von Traktoren mit Bandlaufwerken. Diss. TU München 2002. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, Nr. 530. Düsseldorf: VDI-Verlag 2003.

- [30] Renius, K.Th. und Stirnimann, R.: Traktoren 2016/2017. ATZoffhighway 10 (2017) H. 4, S. 8-17.
- [31] Jacobs, G.; Strassburger, F. und Pelger, C.: Leistungsverzweigte Antriebe mit mechanischem Variator für kleine, mobile Maschinen. In: VDI-Berichte 2276, S. 605-613. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [32] Himmelsbach, R.; Volpert, B. und Grad, K.: Electrified Front-Wheel Drive Concepts for Tractors Designed for Improved Traction Functions. In: VDI-Berichte 2300, S. 31-37. Düsseldorf: VDI-Verlag 2017.
- [33] Breu, W. und Pichlmaier, B.: Electrified Utility Tractor. In: VDI-Berichte 2300, S. 9-14. Düsseldorf, VDI-Verlag 2017.
- [34] Woopen, Th.: Teilhybridisierter adaptiver Antriebsstrang für allradangetriebene Ackerschlepper. ATZoffhighway, 10 (2017) H. 2 S. 8-13.
- [35] Karner, J. et al.: Definition of a test method to evaluate vibrations acting on a tractor driver. In: VDI-Berichte 2300, S. 255-262. Düsseldorf, VDI-Verlag 2017.
- [36] Brinkschulte, L. et al.: MOBIL - Eine auf mobile Arbeitsmaschinen optimierte Prüfmethode. Tagg. Hybride und energieeffiziente Antriebe für mobile Arbeitsmaschinen, 15. Februar 2017. In: Karlsruher Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik, Bd. 50, S. 173-194. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing 2017.
- [37] Balbach, F.; Nacke, E. und Böttinger, S.: Method for load-based evaluation of machines using the example of a tractor. In: VDI-Berichte 2300, S. 521-528. Düsseldorf: VDI-Verlag 2017.
- [38] Pfab, H.; Altenberger, F. und Gappmaier, R.: Flottenauswertung zur Optimierung des Maschineneinsatzes. Tagg. Hybride und energieeffiziente Antriebe für mobile Arbeitsmaschinen, 15. Februar 2017. In: Karlsruher Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik, Bd. 50, S. 163-172. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing 2017.

---

**Bibliografische Angaben / Bibliographic Information****Wissenschaftliches Review / Scientific Review**

Erfolgreiches Review am 26.01.2018

**Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Geimer, Marcus; Renius, Karl Theodor; Stirnimann, Roger: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2017. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2018. S. 1-11

**Zitierfähige URL / Citable URL**

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201801151435>

**Link zum Beitrag / Link to Article**

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2017/chapter/motor-getriebe.html>

---